

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-064500

(43)Date of publication of application : 05.03.1999

(51)Int.Cl.

G01S 13/34

G01S 7/02

G01S 13/60

G01S 13/93

(21)Application number : 09-225231

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 21.08.1997

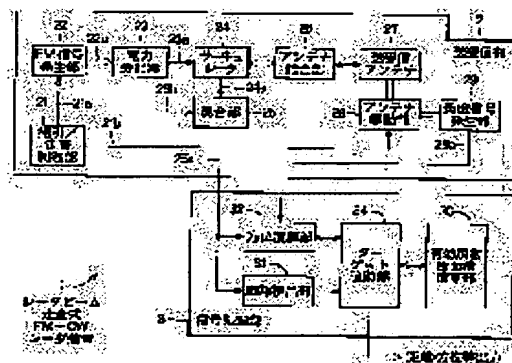
(72)Inventor : IIBOSHI AKIRA  
SAWAMOTO KIICHIROU

(54) RADAR

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a radar capable of finding the orientation of a target accurately even if the target, e.g. a preceding traveling vehicle, is located at the end of the scanning range of radar beam.

**SOLUTION:** An FM modulated radar signal is radiated from a transmitting/ receiving antenna 27 while scanning the beam direction with a predetermined beam and a reflected signal from a target is mixed with a part of transmitting signal at a mixing section 25 to produce a beat signal 25a. An effective reflective cross-sectional area operating section 33 finds an effective reflective cross-sectional area, based on the receiving level under a state where the beam center impinges on the target, the antenna gain at the center of beam, and the detected distance to the target. When the target exists slightly on the outside of scanning range of the radar beam, an orientation operating section 32 the antenna gain from the receiving signal level if the effective reflective cross-sectional area of the target is known and finds the orientation of the target, based on the antenna gain thus determined and a previously registered angle-gain characteristics of radar beam.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

## Best Available Copy

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 1 - 6 4 5 0 0

(43) 公開日 平成11年(1999)3月5日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

識別記号

F I

G O I S 13/34  
7/02  
13/60  
13/93

G O I S 13/34  
7/02  
13/60  
13/93

D  
C  
Z

審査請求 未請求 請求項の数 2

O L

(全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-225231

(22) 出願日 平成9年(1997)8月21日

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社  
東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 飯星 明

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社  
本田技術研究所内

(72) 発明者 澤本 基一郎

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社  
本田技術研究所内

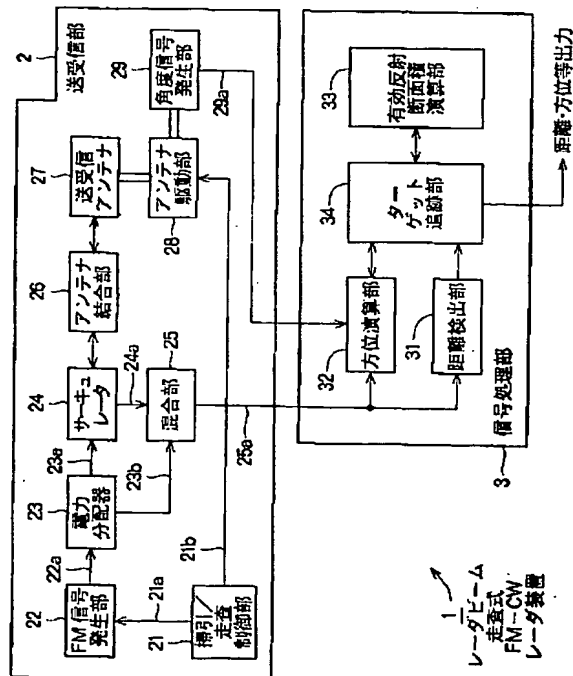
(74) 代理人 弁理士 下田 容一郎

(54) 【発明の名称】 レーダ装置

(57) 【要約】

【課題】 前走車等の物標がレーダビームの走査範囲の端部に位置した場合でも、物標の方位を正確に求めることのできるレーダ装置を提供する。

【解決手段】 FM変調されたレーダ信号を送受信アンテナ27から所定のビームでそのビーム方向を走査しながら放射し、物標からの反射信号と送信信号の一部とを混合部25で混合してビート信号25aを得る。有効反射断面積演算部33は、ビームの中心が物標に照射されている状態での受信レベルと、ビーム中心でのアンテナゲイン値と、検出した物標までの距離とに基づいて有効反射断面積を求める。方位演算部32は、レーダビームの走査範囲よりも少し外側に物標が存在する場合に、その物標の有効反射断面積が既知であれば受信信号レベルからアンテナゲインを求め、求めたアンテナゲインと予め登録したレーダビームの角度-利得特性とから物標の方位を求める。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーダ信号を送信し、物標で反射されたレーダ信号を受信する送受信部と、  
受信信号に基づいて物標までの相対距離を検出する距離検出部と、  
相対距離と受信信号レベルとに基づいて物標の有効反射断面積を求める有効反射断面積演算部と、  
有効反射断面積が求められた物標がレーダビームの端部に位置する場合に、予め登録した当該レーダビームの角度一利得特性と物標までの相対距離と受信信号レベルとに基づいて物標の方位を求める方位演算部と、を備えてなるレーダ装置。

【請求項 2】 送受信部は送受信アンテナを複数備え、物標を検知する際には、ビームの一部が互いに重なり合うように配置された一方の送受信アンテナを用いてビームの送信を行い、ビームの一部が互いに重なり合うように配置された他方の送受信アンテナを用いて受信を行なうことを特徴とする請求項 1 記載のレーダ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はレーダ装置に係り、特に物標の方位を広範囲で検出できるようにしたレーダ装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】本出願人は、特開平 6 - 2 4 2 2 3 0 号公報で、ほぼ同一の放射パターンのビームを部分的に重ね合わせながら放射するように配置された複数のアンテナの 1 つから放射された電波を他のアンテナで受信することによって、隣接する各アンテナ間に仮想的なアンテナを 1 個ずつ追加したと同様な機能を実現することで、限られたアンテナ個数で高い検出精度と広い検出角度範囲を実現できるようにした時分割型レーダシステムを提案している。隣接する複数のアンテナで物標からの反射波が受信された場合は、各方位毎のレベルを重み付けして平均化処理することで、反射波を生じさせた物標の方位を精度良く検出することができる。

【0003】また、本出願人は、特開平 8 - 1 3 6 6 . 4 7 号公報で、ビームを放射し物標で反射された信号を受信するビーム送受信手段をビームの一部が互いに重なり合うように配置した FM - CW 方式マルチビームレーダ装置において、物標を検知する際には、ビームの一部が互いに重なり合うように配置された一方のビーム送受信手段を用いてビームの送信を行い、ビームの一部が互いに重なり合うように配置された他方のビーム送受信手段を用いて受信を行なうレーダ装置を提案している。

【0004】また、本出願人は、特開平 7 - 3 1 8 6 3 5 号公報で、マルチビーム送受信手段と、各送受信チャンネルで受信された物標からの反射波の強度とこの物標までの距離を検出し順次保存する受信レベル保存手段と、各送信ビームの指向性の 2 乗を各送受信チャンネルに対応

する行列に配列したマルチビームパターンの行列またはその逆行列を予め作成して保存しておくマルチビームパターン記憶手段と、記憶保存されている受信レベルのうちほぼ同一の距離のものを各送受信チャンネルに対応する行または列内に配列し、マルチビームパターンの行列またはその逆行列に基づく演算処理を施すことにより各送受信チャンネルの受信レベルの補正值を算定する逆演算手段とを備えることで、デコンボリューション処理によって 2 次元空間内に分布する多数の反射源を高い分解能で検出できるようにしたマルチビームレーダ装置を提案している。

【0005】更に、本出願人は、特開平 5 - 2 8 8 8 3 8 号公報で、一定のサンプリング時間内に受信した反射信号毎に対象物データを演算すると共に、それらの対象物データにラベル付けを行なうことにより、複数の対象物との間の相対速度を得るようにした相対速度推定方法を提案している。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来、マルチビームレーダ等において検出した障害物の横方向位置（検知角度）は、振幅角度変換手法や重心計算方式（特開平 6 - 2 4 2 2 3 0 号公報参照）により求められていた。これらの方法は、原理的には、障害物を囲むビームの振幅から横方向位置を計算する手法であるので、一番端のビームの中心よりも外側に障害物（物標）が位置すると、横方向位置の計算ができないという不具合があった。

【0007】本発明はこのような課題を解決するためなされたもので、物標がビームの端に位置したときにも物標の位置（方位）を正確に求めることができるレーダ装置を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明に係るレーダ装置は、レーダ信号を送信し、物標で反射されたレーダ信号を受信する送受信部と、受信信号に基づいて物標までの相対距離を検出する距離検出部と、相対距離と受信信号レベルとに基づいて物標の有効反射断面積を求める有効反射断面積演算部と、有効反射断面積が求められた物標がレーダビームの端部に位置する場合に、予め登録した当該レーダビームの角度一利得特性と物標までの相対距離と受信信号レベルとに基づいて物標の方位を求める方位演算部と、を備えてなる。

【0009】有効反射断面積演算部は、検出した物標までの距離と受信信号のレベルとに基づいて物標の有効反射断面積を求める。方位演算部は、有効反射断面積が求められた物標がレーダビームの端部に位置する場合に、予め登録したレーダビームパターンの利得特性と検出した物標までの距離と受信信号レベルとに基づいて物標の方位を求める。

【0010】レーダビームの走査範囲よりも少し外側に物標が存在する場合、その物標の有効反射断面積が既知

であれば、受信信号レベルからアンテナゲインを求めることができる。そして、求めたアンテナゲインと予め登録したレーダビームパターンの利得特性とから物標の方位を特定することができる。

【0011】本発明に係るレーダ装置では、送受信部は送受信アンテナを複数備え、物標を検知する際には、ビームの一部が互いに重なり合うように配置された一方の送受信アンテナを用いてビームの送信を行い、ビームの一部が互いに重なり合うように配置された他方の送受信アンテナを用いて受信を行なう構成として、特開平 8 - 1 3 6 6 4 7 号公報に開示されているようなバイスタティックアンテナモードで使用してもよい。ビームを送信するアンテナと、ビームを受信するアンテナとを異ならせることで、ノイズを小さくして受信信号レベルをより正確にすることができ、物標の方位をより正確に検出することができる。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面に基づいて説明する。図 1 は、本発明に係るレーダビーム走査式 FM-CW レーダ装置のブロック構成図である。このレーダビーム走査式 FM-CW レーダ装置 1 は、送受信部 2 と信号処理部 3 とを備えている。

【0013】送受信部 2 は、掃引／走査制御部 2 1 と、FM 信号発生部 2 2 と、電力分配器 2 3 と、サーキュレータ 2 4 と、混合部 2 5 と、アンテナ結合部 2 6 と、送受信アンテナ 2 7 と、アンテナ駆動部 2 8 と、角度信号発生部 2 9 と、を備える。

【0014】掃引／走査制御部 2 1 は、図 2 (a) に示すように、所定の掃引周期 T で電圧波形が三角波形となる送信周波数指定電圧信号（変調信号）2 1 a を発生する。送信周波数指定電圧信号 2 1 a は、FM 信号発生部 2 2 に供給される。

【0015】FM 信号発生部 2 2 は、準ミリ波帯またはミリ波帯の高周波信号を発生する電圧制御発振器を備える。例えば 30 ~ 150 GHz の高周波信号を発生する電圧制御発振器を備えて構成してもよい。FM 信号発生部 2 2 は、送信周波数指定電圧信号（変調信号）2 1 a に基づいて、図 2 (b) に示すように、所定の掃引周期 T で周波数が変化する FM 信号 2 2 a を発生する。FM 信号 2 2 a は、電力分配器 2 3 に供給される。

【0016】電力分配器 2 3 は、FM 信号 2 2 a を送信信号 2 3 a と局部発振信号 2 3 b とに分配する。送信信号 2 3 a は、サーキュレータ 2 4 に供給される。局部発振信号 2 3 b は、混合部 2 5 に供給される。

【0017】サーキュレータ 2 4 は、送信信号 2 3 a をアンテナ結合部 2 6 を介して送受信アンテナ 2 7 へ供給する。これにより、FM 変調されたレーダ信号（レーダ電波、レーダビーム）が送受信アンテナ 2 7 から送信される。物標で反射されて送受信アンテナ 2 7 に戻ってきた反射波の受信信号は、アンテナ結合部 2 6 を介してサ

ーキュレータ 2 4 に供給される。サーキュレータ 2 4 は、受信信号を分離し、分離した受信信号 2 4 a を混合部 2 5 へ供給する。

【0018】混合部 2 5 は、受信信号 2 4 a と局部発振信号 2 3 b とを混合して、受信信号 2 4 a の周波数と局部発振信号 2 3 b の周波数との差の周波数の信号をビート信号 2 5 a として出力する。ビート信号 2 5 a は、信号処理部 3 に供給される。

【0019】アンテナ結合部 2 6 は、ロータリジョイントまたは可撓性の導波管を用いて構成している。

【0020】送受信アンテナ 2 7 は、所定のビーム幅を有するもの（所定のビーム幅を有するレーダビームを送信するもの）を用いている。送受信アンテナ 2 7 のアンテナゲイン（指向性）の一例を図 3 に示す。レーダビームについての角度－利得特性の一例である。

【0021】アンテナ駆動部 2 8 は、掃引／走査制御部 2 1 から供給される走査許可信号 2 1 b に基づいて、送受信アンテナ 2 7 を所定の走査角度範囲内で揺動させる。レーダビームの走査範囲の一例を図 4 に示す。

【0022】角度信号発生部 2 9 は、送受信アンテナ 2 7 の走査方向を検出し、送受信アンテナ 2 7 のビーム中心の放射方向を示す角度信号 2 9 a を出力する。角度信号 2 9 a は、信号処理部 3 に供給される。

【0023】掃引／走査制御部 2 は、図 2 (c) に示すように、FM 信号 3 a の周波数がアップする掃引から周波数をダウンする掃引に切り替えた時点、ならびに、周波数をダウンする掃引から周波数をアップする掃引に切り替えた時点から所定時間 D が経過するまでの間は、アンテナの走査を不許可にする走査許可信号 2 1 b を出力する。アンテナの走査を不許可にする時間 D は、このレーダ装置の最大検出距離に応じて設定する。例えば、最大検出距離を 150 メートルとした場合、送信波が 150 メートル先の物標で反射されて戻ってくるまでの時間 1 マイクロ秒よりも長い時間に設定する。周波数がアップする掃引の反射信号（受信信号）と周波数がダウンする掃引の送信信号とのビート信号が発生する期間は、物標までの相対距離を示すビート信号が得られないので、この相対距離を示すビート信号が得られない期間は、アンテナの走査を停止させるようにしている。

【0024】図 1 に示したアンテナ駆動部 2 8 は、モータとギヤ機構等を備える。アンテナ駆動部 2 8 は、走査許可信号 2 1 b が供給されている（許可の状態の間）は送受信アンテナ 2 7 を揺動させ、走査許可信号 2 1 b が供給されない（不許可の状態の間）は送受信アンテナ 2 7 の揺動を停止し、その時のアンテナの向きを保持する。1 回の走査許可信号が供給される時間内に、アンテナを所定角度ずつ回転させるようにしてもよい。

【0025】なお、アンテナ駆動部 2 8 は、走査許可信号 2 1 b が供給される度に、または走査許可信号 2 1 b が所定回数供給される毎にアンテナの向きを所定角度ず

つ回転させるようにしてもよい。例えば、走査許可信号 2 1 b が 2 回供給される度に、アンテナの向きを例えば 1 度ずつずらすようにすることで、同一方位に対して周波数アップ掃引と周波数ダウン掃引の両方の掃引による対象物の検出が可能となる。同一方位に対して周波数アップ掃引と周波数ダウン掃引の両方の掃引を行ない、各掃引毎にビート信号の周波数を測定することで、物標までの相対距離と、物標の相対速度を求めることができる。

【0026】また、アンテナの回転速度（走査速度）に比較して物標までの相対距離を示すビート信号が得られない期間が十分に短く、物標が検出できない角度範囲が極めて狭く実質的にブラインドとなる角度範囲を生じない場合は、FM信号 2 2 a の掃引タイミングとは無関係にアンテナの揺動（走査）を行なうようにしてもよい。

【0027】信号処理部 3 は、距離検出部 3 1 と、方位演算部 3 2 と、有効反射断面積演算部 3 3 と、ターゲット追跡部 3 4 と、を備える。信号処理部 3 は、CPU と ROM と RAM とを備えて構成してもよく、DSP（デジタルシグナルプロセッサ）を備えて構成してもよい。

【0028】距離検出部 3 1 は、ビート信号 2 5 a の周波数スペクトルを解析し、ビート信号 2 5 a の周波数から物標（ターゲット）までの相対距離を検出する。距離検出部 3 1 は、検出した相対距離の情報をターゲット追跡部 3 4 に供給する。

【0029】方位演算部 3 2 は、検出された物標までの相対距離に対応する周波数の信号レベル（ビート信号のレベル）が最大となったアンテナの走査角度を、物標の\*

$$Pr[mW] = \frac{Pt[mW] \cdot G^2 [dB] \cdot \lambda^2 [m] \cdot \theta [dB \cdot m^2]}{(4\pi)^3 \cdot R^4 [m] \cdot F^2 [dB] \cdot L [dB]} \\ \times 16 \sin^4 \frac{2\pi \cdot h [m] \cdot ht [m]}{\lambda [m] \cdot R [m]}$$

【0034】数 1 において、Pr は受信電力（単位ミリワット）、Pt は送信電力（単位ミリワット）、G はアンテナゲイン（単位デシベル）、λ は送信波長（単位メートル）、θ は有効反射断面積（単位デシベル・平方メートル）、h は送受信アンテナの地上高（単位メートル）、ht は物標の地上高（単位メートル）、R は物標までの距離（単位メートル）、F は伝搬損失（単位デシベル）、L は回路損失（単位デシベル）である。

【0035】FM-CW レーダ装置 1 の送信電力 Pt は、一定である。送信電力 Pt は、有効反射断面積演算部 3 3 に予め登録されている。送信波長 λ は、有効反射断面積演算部 3 3 に予め登録されている。送受信アンテナの地上高 h は、有効反射断面積演算部 3 3 に予め登録されている。送受信アンテナ 2 7 にレドームを設けている場合、レドームによる損失値を伝搬損失 F として予め

\* 方位角度とする。方位演算部 3 2 は、検出した物標の方位の情報とその方位を決定した際のビート信号のレベルの情報を、ターゲット追跡部 3 4 に供給する。

【0030】ターゲット追跡部 3 4 は、検出された物標にラベルを付けるとともに、検出された時刻と物標までの相対距離と信号レベルと物標の方位とを対応付けて記憶する。次のビーム走査によって物標の検出がなされると、ターゲット追跡部 3 4 は、既に検出されている物標のデータとの照合を行なう。ターゲット追跡部 3 4 は、照合の結果、同一の物標であると判断した場合は、先に付与したラベル名で検出された時刻と物標までの相対距離と信号レベルと物標の方位とを対応付けて記憶する。

【0031】有効反射断面積演算部 3 3 は、ターゲット追跡部 3 4 に記憶された検出物標に関するデータに基づいて物標の有効反射断面積を演算する。有効反射断面積演算部 3 3 は、ターゲット追跡部 3 4 に記憶されたビート信号のレベルに基づいて送受信アンテナ 2 7 で受信した物標からの反射信号の受信電力を求める。有効反射断面積演算部 3 3 には、内部メモリ等に混合部 2 5 の混合利得、サーキュレータ 2 4 における受信信号の損失、アンテナ結合部 2 6 における損失の各データが予め登録されている。また、有効反射断面積演算部 3 3 には、内部メモリ等に送受信アンテナ 2 7 のアンテナゲインが登録されている。

【0032】有効反射断面積演算部 3 3 は、数 1 に示すレーダ方程式に基づいて有効反射断面積を求める。

【0033】

【数 1】

登録している。回路損失 L としては、所定値を予め登録している。

【0036】ターゲット追跡部 3 4 に同一の物標に関して検出距離の異なる 2 組のデータが記憶されている場合、有効反射断面積演算部 3 3 は、それぞれの距離とそれぞれの距離での受信電力を代入した 2 つのレーダ方程式を作成し、それら 2 つのレーダ方程式を連立方程式として解くことで、物標の有効反射断面積 θ と物標の地上高 ht を求める。このときアンテナゲインはビーム中心でのゲイン値を用いる。求められた物標の有効反射断面積 θ と物標の地上高 ht は、ターゲット追跡部 3 4 に物標のラベルとの対応を付けて記憶される。

【0037】なお、有効反射断面積演算部 3 3 は、物標の有効反射断面積 θ と物標の地上高 ht とのそれぞれを求めるのではなく、有効反射断面積 θ と地上高 ht と積

( $\theta \cdot h t$ ) を求めるようにしてもよい。この場合は、同一の物標に関して検出距離の異なる 2 組のデータが必要ではなくなる。また、同一の物標に関して検出距離の異なる 2 組のデータが得られていない場合、有効反射断面積演算部 3 3 は、物標の地上高  $h t$  を例えば乗用車のナンバープレートの平均的な地上高に仮定して、物標の有効反射断面積  $\theta$  を求めるようにしてもよい。

【0038】方位演算部 3 2 は、角度信号発生部 2 9 から供給される角度信号 2 9 a に基づいてレーダビームが走査範囲の端部にあることを認識し、かつ、その端ビームで物標からの反射信号が受信されている場合、ターゲット追跡部 3 4 に記憶されている物標のデータを参照して、端ビームで受信している物標が既に検出されている物標か否かを判断する。方位演算部 3 2 は、既にラベル付けされている物標が端ビームで受信されている場合、既に求められている有効反射断面積  $\theta$  と物標の高さ  $h t$  と、端ビームで受信されている受信電力を数 1 に示したレーダ方程式に代入して、アンテナゲインを求める。方位演算部 3 2 は、求めたアンテナゲインと端ビームのアンテナゲインパターン (図 3 参照) とから物標の方位を求める。

【0039】ターゲット追跡部 3 4 は、検出した物標の距離・方位ならびに物標の相対速度や物標の移動方向等のデータを出力する。

【0040】図 4 に示す走査範囲の内側に例えば前走車 A が存在する場合、レーダビームの中心が前走車 A に向けて放射されている状態で反射信号の電力 (受信電力) が最大となる。方位演算部 3 2 は、ビート信号 2 5 a のレベルに基づいて前走車 A からの反射信号の電力 (受信電力) が最大となった角度を前走車 A の方位として検出する。

【0041】有効反射断面積演算部 3 3 は、前走車 A までの距離、反射信号の電力 (受信電力) に基づいて前走車 A の有効反射断面積  $\theta$  ならびに高さ  $h t$  を求める。この前走車 A の位置が走査範囲の端ビームの外側となった場合、方位演算部 3 2 は、端ビームでの受信電力と既に求められている前走車 A の有効反射断面積  $\theta$  ならびに高さ  $h t$  から端ビームのアンテナゲインを求める。そして、求めたアンテナゲインと図 3 に示したアンテナゲイン特性とから前走車 A の方位を求める。よって、前走車 A が走査範囲の外側に少し外れた場合でも、前走車 A の方位を検出することができる。

【0042】なお、ビームの中心で前走車 A を捉えたときの受信レベルと距離に基づいて、端ビームによって検出された前走車 A までの距離から前走車 A をビームの中心で捉えた際の受信レベルを演算し、演算した得た受信レベルと実際の受信レベルとのレベル差を求め、このレベル差とアンテナパターンのゲイン特性とから前走車 A の方位を求めるようにしてもよい。

【0043】図 5 は、本発明に係るマルチビーム式 FM

ー CW レーダ装置のブロック構成図である。本発明に係るマルチビーム式 FM-CW レーダ装置 1 1 は、送受信部 1 2 と信号処理部 1 3 とを備えてなる。

【0044】送受信部 1 2 は、掃引／走査制御部 4 1 と、FM 信号発生部 4 2 と、電力分配器 4 3 と、送信チャネル切替部 4 4 と、混合部 4 5 と、受信チャネル切替部 4 6 と、複数チャネル分のサーキュレータ 4 7 a ~ 4 7 i と、複数チャネル分の送受信アンテナ 4 8 a ~ 4 8 i と、を備える。

【0045】図 6 は、ビームの放射方向を示す説明図である。図 6 に示すように、各送受信アンテナ 4 8 a ~ 4 8 i はそれぞれ同一の放射パターン (ビームパターン) を有し、隣接する放射パターンが部分的に重なり合うようにしている。なお、図 6 では、アンテナ 4 8 a のビームパターンを B a として示しており、アンテナ 4 8 i のビームパターンを B i として示している。

【0046】掃引／走査制御部 4 1 は、図 2 (a) に示すように、所定の掃引周期 T で電圧波形が三角波形となる送信周波数指定電圧信号 (変調信号) 4 1 a を発生する。送信周波数指定電圧信号 4 1 a は、FM 信号発生部 4 2 に供給される。

【0047】FM 信号発生部 4 2 は、準ミリ波帯またはミリ波帯の高周波信号を発生する電圧制御発振器を備える。FM 信号発生部 4 2 は、送信周波数指定電圧信号 (変調信号) 4 1 a に基づいて、図 2 (b) に示すように、所定の掃引周期 T で周波数が変化する FM 信号 4 2 a を発生する。FM 信号 4 2 a は、電力分配器 4 3 に供給される。

【0048】電力分配器 4 3 は、FM 信号 4 2 a を送信信号 4 3 a と局部発振信号 4 3 b とに分配する。送信信号 4 3 a は、送信チャネル切替部 4 4 に供給される。局部発振信号 4 3 b は、混合部 4 5 へ供給される。

【0049】掃引／走査制御部 4 1 は、送信チャネル指定信号 4 1 T を送信チャネル切替部 4 4 へ供給することで送信チャネルを指定する。これにより、電力分配器 4 3 で分配された送信信号 4 3 a が指定された送信チャネルのサーキュレータ 4 7 n ( $n = a \sim i$ ) を介して指定された送信チャネルのアンテナ (送受信アンテナ) 4 8 n へ供給され、レーダビームが放射される。掃引／走査制御部 4 1 は、受信チャネル指定信号 4 1 R を受信チャネル切替部 4 6 へ供給することで受信チャネルを指定する。これにより、指定された受信チャネルのアンテナ 4 8 n で受信された信号が指定されたチャネルのサーキュレータ 4 7 n で分離され、受信チャネル切替部 4 6 を介して混合部 4 5 へ供給される。

【0050】掃引／走査制御部 4 1 は、アンテナ 4 8 a で送信し同じアンテナで受信する同一アンテナ送受信モード (モノスタティックアンテナモード) を指定することでアンテナ 4 8 a のビーム方向を走査する。次に、アンテナ 4 8 a で送信し隣接するアンテナ 4 8 b で受信す

るバイスタティックアンテナモードを指定することでアンテナ48aのビーム方向とアンテナ48bのビーム方向の中間の方向を走査する。次に、アンテナ48bで送受信を行なうモードを指定することでアンテナ48bのビーム方向を走査する。次に、アンテナ48bで送信し隣接するアンテナ48cで受信するモードを指定することを順次繰り返すことで、ビーム方向を順次走査する。

【0051】混合部45は、受信チャンネル切替部46から供給される受信信号46aと局部発振信号43bとを混合して、受信信号46aの周波数と局部発振信号43bの周波数との差の周波数の信号をビート信号45aとして出力する。混合部45の出力であるビート信号45aは、信号処理部13に供給される。送信チャンネル指定信号41Tならびに受信チャンネル指定信号41Rも、信号処理部13に供給される。

【0052】信号処理部13は、距離検出部51と、方位演算部52と、有効反射断面積演算部53と、ターゲット追跡部54と、を備える。

【0053】距離検出部51は、ビート信号45aの周波数スペクトルを解析し、ビート信号の周波数から物標（ターゲット）までの相対距離を検出する。距離検出部51は、検出した相対距離の情報をターゲット追跡部54に供給する。

【0054】方位演算部52は、送受信部12側から供給される送信チャンネル指定信号41Tならびに受信チャンネル指定信号41Rに基づいてレーダビームの走査方向を認識する。方位演算部52は、認識したレーダビームの走査方向（走査角度）と検出された物標までの相対距離に対応する周波数の信号レベルとを一時記憶する。方位演算部52は、隣接する複数の走査方向（走査角度）で物標が検知されている場合、各走査方向（走査角度）におけるビート信号のレベル（物標までの距離に対応する周波数の信号レベル）を重み付け平均化処理することで、反射波を生じさせた物標の方位を求める。

【0055】方位演算部52は、図6に示す両端のビームBa、Bi以外のビームBb～Bhのいずれかで物標からの反射信号が検出されている場合で、その中の1つのビームのみで反射信号が検出されている場合、ならびに、その中の1つのビームで検出されたレベルに対してその両隣のビームで検出されたレベルが極めて低いレベルである場合は、反射信号を高いレベルで検出しているビームの中心が物標を照射しているものと判断し、そのときの受信レベルをターゲット追跡部54へ供給して記憶させる。

【0056】ターゲット追跡部54は、検出された物標にラベルを付けるとともに、検出された時刻と物標までの相対距離と信号レベルと物標の方位とを対応付けて記憶する。次のビーム走査によって物標の検出がなされると、ターゲット追跡部54は、既に検出されている物標のデータとの照合を行なう。ターゲット追跡部54は、

照合の結果、同一の物標と判断した場合は、先に付与したラベル名で検出された時刻と物標までの相対距離と信号レベルと物標の方位とを対応付けて記憶する。

【0057】有効反射断面積演算部53は、ターゲット追跡部54に記憶された検出物標に関するデータに基づいて物標の有効反射断面積を演算する。有効反射断面積演算部53は、ターゲット追跡部54に記憶されたビート信号のレベルに基づいて送受信アンテナ48nで受信した物標からの反射信号の受信電力を求める。有効反射断面積演算部53には、混合部45の混合利得、サーキュレータ47nにおける受信信号の損失、受信チャンネル切替部46における損失の各データが予め登録されている。また、有効反射断面積演算部33には、送受信アンテナ48nのアンテナゲインが登録されている。

【0058】有効反射断面積演算部53は、数1に示すレーダ方程式に基づいて有効反射断面積を求める。なお、FM-CWレーダ装置11の送信電力Ptは一定であり、送信電力Ptは有効反射断面積演算部53に予め登録されている。送信波長λならびに送受信アンテナの地上高hも有効反射断面積演算部33に予め登録されている。送受信アンテナ27にレドームを設けている場合、レドームによる損失値を伝搬損失Fとして予め登録している。回路損失Lとしては所定値を予め登録している。

【0059】ターゲット追跡部54に同一の物標に関して検出距離の異なる2組のデータが記憶されている場合、有効反射断面積演算部53は、それぞれの距離とそれぞれの距離での受信電力を代入した2つのレーダ方程式を作成し、それら2つのレーダ方程式を連立方程式として解くことで、物標の有効反射断面積θと物標の地上高htを求める。求められた物標の有効反射断面積θと物標の地上高htは、ターゲット追跡部54に物標のラベルとの対応を付けて記憶される。

【0060】なお、有効反射断面積演算部53は、物標の有効反射断面積θと物標の地上高htとのそれぞれを求めるのではなく、有効反射断面積θと地上高htと積（θ・ht）を求めるようにしてもよい。この場合は、同一の物標に関して検出距離の異なる2組のデータが必要ではなくなる。また、同一の物標に関して検出距離の異なる2組のデータが得られていない場合、有効反射断面積演算部53は、物標の地上高htを例えば乗用車のナンバープレートの平均的な地上高に仮定して、物標の有効反射断面積θを求めるようにしてもよい。

【0061】有効反射断面積演算部53は、ビームの中心が物標に照射された状態のデータがない場合は、重み付け平均化処理によって求められた物標の方位に基づいて、最も高い受信レベルが得られているビームにおいて物標の方位にあたる角度でのアンテナゲインを求め、求めたアンテナゲインを用いて物標の有効反射断面積θを求めるようにしてもよい。

【0062】方位演算部52は、送信チャネル指定信号41Tならびに受信チャネル指定信号41Rに基づいてレーダビームが図6に示す端ビーム(BaまたはBi)であることを認識し、かつ、その端ビームで物標からの反射信号が受信されている場合、ターゲット追跡部54に記憶されている物標のデータを参照して、端ビームで受信している物標が既に検出されている物標か否かを判断する。方位演算部52は、既にラベル付けされている物標が端ビームで受信されている場合、既に求められている有効反射断面積 $\theta$ と物標の高さ $h_t$ と、端ビームで受信されている受信電力を数1に示したレーダ方程式に代入して、アンテナゲインを求める。そして、方位演算部52は、求めたアンテナゲインと端ビームのアンテナゲインパターンとから物標の方位を求める。

【0063】ターゲット追跡部34は、検出した物標の距離・方位ならびに物標の相対速度や物標の移動方向等のデータを出力する。

【0064】なお、本発明に係るレーダ装置は、パルス式レーダにも適用することができる。パルス式レーダの場合、距離検出部は送信信号と受信信号との時間差に基づいて物標までの距離を求める。また、この発明に係るレーダ装置は、電波以外の光等を利用したレーダにも適用することができる。

【0065】更に、本発明に係るレーダ装置では、検出対象となる物標の有効反射面積 $\theta$ が既に求められている場合は、その物標からの反射信号の受信レベルと検出した物標までの相対距離とからその物標を指向する方向のアンテナゲインを求め、求めたアンテナゲインから物標の方位を求めることができるので、図6に示したように多数のビームを隣接するビームが重なり合うように設けなくとも、例えば、ビームBa、Bc、Be、Bg、Bi等のより少ないビーム配置でビーム間に位置する物標の方位を精度良く求めることができる。

【0066】図1の信号処理部3は、掃引／走査制御部21を備えて構成してもよい。図5の信号処理部13は、掃引／走査制御部41を備えて構成してもよい。ま

た、上記実施形態は本発明の一例であり、本発明は上記実施形態に限定されない。

#### 【0067】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係るレーダ装置は、有効反射断面積が求められた物標がレーダビームの端部に位置する場合に、予め登録した当該レーダビームの角度－利得特性と物標までの相対距離と受信信号レベル（例えばビート信号レベル）とに基づいて物標の方位を求める方位演算部とを備えたので、レーダビームの走査範囲よりも少し外側に物標が存在する場合であっても、その物標の有効反射断面積が既知であれば受信信号レベルからアンテナゲインを求め、求めたアンテナゲインと予め登録したレーダビームの角度－利得特性とから物標の方位を特定することができる。よって、限られた走査範囲であってもその走査範囲よりも広い範囲に亘って物標の方位を検出することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るレーダビーム走査式FM-CWレーダ装置の簡易ブロック構成図

【図2】送信周波数指定電圧信号、FM信号および走査許可信号の波形図

【図3】送受信アンテナのアンテナゲイン（指向性）を示すグラフ

【図4】レーダビームの走査範囲の一例を示す簡易説明図

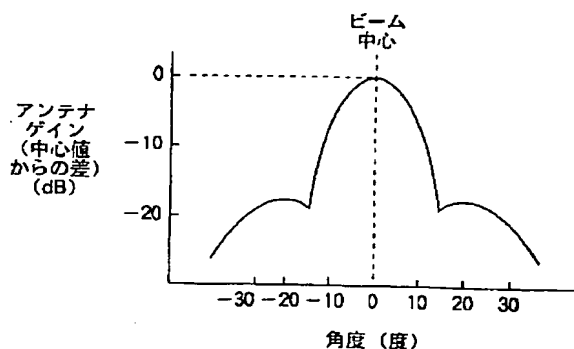
【図5】本発明に係るマルチビーム式FM-CWレーダ装置の簡易ブロック構成図

【図6】図5に示すマルチビーム式FM-CWレーダ装置のビームの放射方向を示す簡易説明図

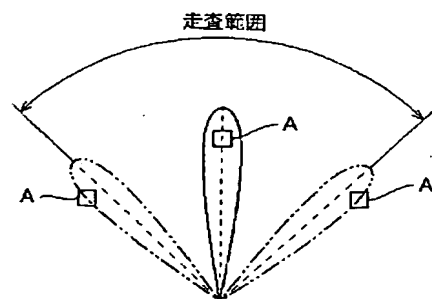
#### 【符号の説明】

1、11…レーダ装置、2、12…送受信部、3、13…信号処理部、27、48a～48i…送受信アンテナ、31、51…距離検出部、32、52…方位演算部、33、53…有効反射断面積演算部、34、54…ターゲット追跡部。

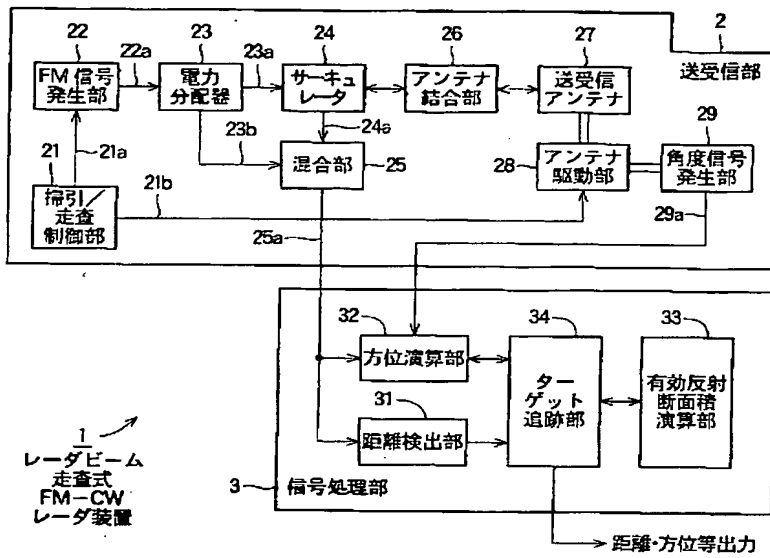
【図3】



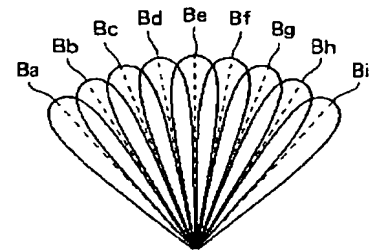
【図4】



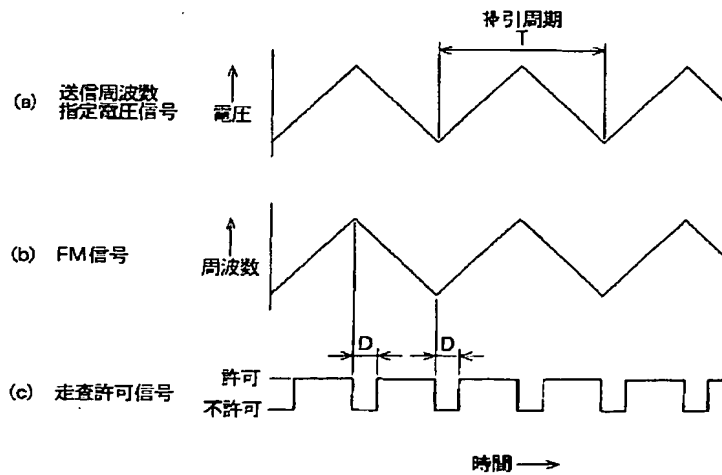
【図 1】



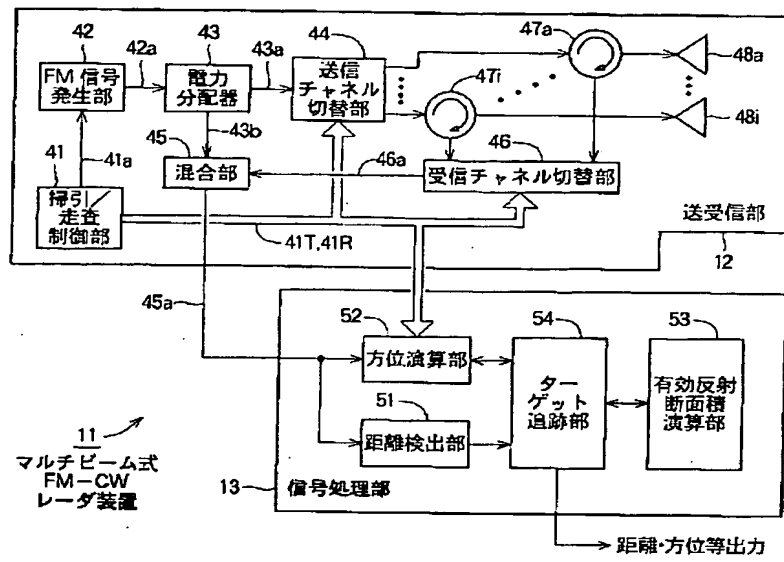
【図 6】



【図 2】



【図 5】



\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

Bibliography

---

(19) [Publication country] Japan Patent Office (JP)  
(12) [Kind of official gazette] Open patent official report (A)  
(11) [Publication No.] JP, 11-64500, A  
(43) [Date of Publication] March 5, Heisei 11 (1999)  
(54) [Title of the Invention] Radar installation  
(51) [International Patent Classification (6th Edition)]  
G01S 13/34  
7/02  
13/60  
13/93  
[FI]  
G01S 13/34  
7/02           D  
13/60           C  
13/93           Z  
[Request for Examination] Un-asking.  
[The number of claims] 2  
[Mode of Application] OL  
[Number of Pages] 9  
(21) [Application number] Japanese Patent Application No. 9-225231  
(22) [Filing date] August 21, Heisei 9 (1997)  
(71) [Applicant]  
[Identification Number] 000005326  
[Name] Honda Motor Co., Ltd.  
[Address] 2-1-1, Minami-Aoyama, Minato-ku, Tokyo  
(72) [Inventor(s)]  
[Name] Iiboshi \*\*  
[Address] 1-4-1, Chuo, Wako-shi, Saitama-ken Inside of the Honda, Inc.  
technical research center  
(72) [Inventor(s)]

[Name] Sawamoto Radical Ichiro  
[Address] 1-4-1, Chuo, Wako-shi, Saitama-ken Inside of the Honda, Inc.  
technical research center  
(74) [Attorney]  
[Patent Attorney]  
[Name] Shimoda \*\*\*\*\*

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

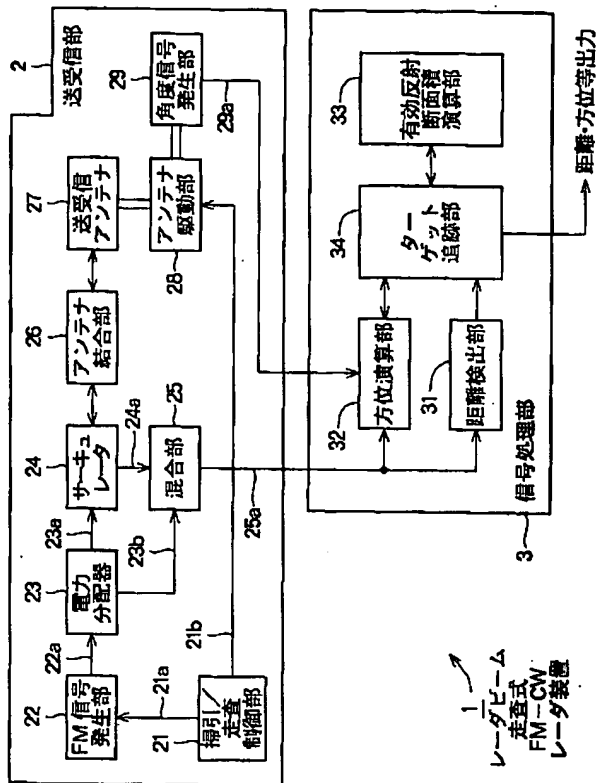
Epitome

---

(57) [Abstract]

[Technical problem] Even when the target of the car in front etc. is located in the edge of the scanning zone of a radar beam, the radar installation which can ask for bearing of a target correctly is offered.  
[Means for Solution] The radar signal by which FM modulation was carried out is emitted scanning the beam direction with a predetermined beam from the transceiver antenna 27, a part of reflective signal from a target and sending signal are mixed in the mixed section 25, and beat signal 25a is obtained. The effective reflective cross-sectional-area operation part 33 asks for the effective reflective cross-sectional area based on the receiving level in the condition that the core of a beam is irradiated by the target, the antenna gain value based on beams, and the distance to the detected target. When a target exists outside for a while rather than the scanning zone of a radar beam, the bearing operation part 32 will ask for bearing of a target from the antenna gain which searched for antenna gain and was searched for from the received signal level, and the include-angle-gain property of a radar beam registered beforehand, if the effective reflective cross-sectional area of the target is known.

[Translation done.]



[Translation done.]

# \* NOTICES \*

JP0 and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The radar installation characterized by providing the following The transceiver section which receives the radar signal which

transmitted the radar signal and was reflected by the target The distance detecting element which detects the relative distance to a target based on an input signal Effective reflective cross-section operation part which asks for the effective reflective cross section of a target based on a relative distance and a received signal level Bearing operation part which asks for bearing of a target based on the include-angle-gain property of the radar beam concerned, the relative distance to a target, and received signal level which were registered beforehand when the target asked for the effective reflective cross-sectional area is located in the edge of a radar beam

[Claim 2] The transceiver section is a radar installation according to claim 1 characterized by receiving using the transceiver antenna of another side arranged so that a beam may be transmitted using a transceiver antenna so that while it has been arranged may overlap mutually as for a part of beams in case two or more preparations and a target are detected for a transceiver antenna, and a part of beams may overlap mutually.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

#### DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a radar installation, especially relates to the radar installation which is wide range and enabled it to detect bearing of a target.

[0002]

[Description of the Prior Art] By receiving the electric wave emitted from one of two or more of the antennas which these people are JP, 6-242230, A, and have been arranged so that the beam of the almost same

radiation pattern may be partially emitted with superposition with other antennas By realizing the same function, the time-sharing mold radar system which enabled it to realize the large detection include-angle range is proposed as a high detection precision with the limited antenna number with having added one imagination antenna at a time between each adjoining antenna. When the reflected wave from a target is received by two or more adjoining antennas, weighting of the level for every all directions grade can be carried out, and bearing of the target which produced the reflected wave can be detected with a sufficient precision by carrying out equalization processing.

[0003] Moreover, these people set a beam transceiver means to receive the signal which was JP,8-136647,A, emitted the beam and was reflected by the target, to the FM-CW method multi-beam radar equipment arranged so that a part of beams may overlap mutually. In case a target is detected, a part of beam transmitted the beam using the beam transceiver means so that while it has been arranged might overlap mutually, and the radar installation which receives using the beam transceiver means of another side arranged so that a part of beams may overlap mutually is proposed.

[0004] These people are JP,7-318635,A. Moreover, a multi-beam transceiver means, The receiving level preservation means which detects the reinforcement of the reflected wave from the target received by each transceiver channel, and the distance to this target, and carries out sequential preservation, A multi-beam pattern storage means to create beforehand the matrix of the multi-beam pattern which arranged the directive square of each transmitting beam in procession corresponding to each transceiver channel, or its inverse matrix, and to save it, The thing of the almost same distance is arranged in the line corresponding to each transceiver channel, or a train among the receiving level by which storage preservation is carried out. By having a reverse operation means to calculate the correction value of the receiving level of each transceiver channel by performing data processing based on the matrix of a multi-beam pattern, or its inverse matrix The multi-beam radar equipment which enabled it to detect the source of reflection of a large number distributed in two-dimensional space by deconvolution processing with high resolving power is proposed.

[0005] Furthermore, these people are JP,5-288838,A, and they have proposed the relative-velocity presumption approach of having obtained the relative velocity between two or more objects, by performing label attachment to those object data while they calculate object data for every reflective signal which received in the fixed sampling time.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Conventionally, the longitudinal direction location (detection include angle) of the obstruction detected in the multi-beam radar etc. was called for by the amplitude include-angle conversion technique or the center-of-gravity count method (refer to JP,6-242230,A). Theoretically, since these approaches were the technique of calculating a longitudinal direction location from the amplitude of the beam surrounding an obstruction, when the obstruction (target) was located outside the core of a beam at the very end, they had the fault that count of a longitudinal direction location could not be performed.

[0007] It was made in order that this invention might solve such a technical problem, and also when a target is located in the edge of a beam, it aims at offering the radar installation which can ask for the location (bearing) of a target correctly.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The transceiver section which receives the radar signal which the radar installation concerning this invention transmitted the radar signal, and was reflected by the target, The effective reflective cross-section operation part which asks for the effective reflective cross section of a target based on the distance detecting element which detects the relative distance to a target based on an input signal, and a relative distance and a received signal level, When the target asked for the effective reflective cross-sectional area is located in the edge of a radar beam, it comes to have the bearing operation part which asks for bearing of a target based on the include-angle-gain property of the radar beam concerned, the relative distance to a target, and received signal level which were registered beforehand.

[0009] Effective reflective cross-sectional-area operation part asks for the effective reflective cross-sectional area of a target based on the distance to a target and the level of an input signal which were detected. Bearing operation part asks for bearing of a target based on the gain property of the radar beam pattern registered beforehand, the distance to the detected target, and a received signal level, when the target asked for the effective reflective cross-sectional area is located in the edge of a radar beam.

[0010] If the effective reflective cross-sectional area of the target is known when a target exists outside for a while rather than the scanning zone of a radar beam, antenna gain can be searched for from a received signal level. And bearing of a target can be pinpointed from the antenna gain searched for and the gain property of the radar beam pattern

registered beforehand.

[0011] In the radar installation concerning this invention, in case the transceiver section detects two or more preparations and a target for a transceiver antenna, it may transmit a beam using a transceiver antenna so that while it has been arranged may overlap mutually as for a part of beams, and it may use it in bistatic antenna mode which is indicated by JP, 8-136647, A as a configuration which receives using the transceiver antenna of another side arranged so that a part of beams may overlap mutually. By changing the antenna which transmits a beam, and the antenna which receives a beam, a noise can be made small, a received signal level can be made more exact, and bearing of a target can be detected more correctly.

[0012]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained based on an accompanying drawing. Drawing 1 is the block block diagram of the radar beam scan type FM-CW radar installation concerning this invention. This radar beam scan type FM-CW radar installation 1 is equipped with the transceiver section 2 and the signal-processing section 3.

[0013] The transceiver section 2 is equipped with a sweep / scan control section 21, the FM signal generator 22, a power distribution unit 23, a circulator 24, the mixed section 25, the antenna-coupler-control section 26, the transceiver antenna 27, the antenna mechanical component 28, and the include-angle signal generator 29.

[0014] A sweep / scan control section 21 generates transmit-frequencies assignment voltage signal (modulating signal) 21a from which a voltage waveform turns into a triangular wave form the predetermined sweep period T, as shown in drawing 2 (a). Transmit-frequencies assignment voltage signal 21a is supplied to the FM signal generator 22.

[0015] The FM signal generator 22 is equipped with the voltage controlled oscillator which generates the RF signal of a submillimeter wave band or a millimeter wave band. For example, the voltage controlled oscillator which generates a 30-150GHz RF signal may be had and constituted. Based on transmit-frequencies assignment voltage signal (modulating signal) 21a, the FM signal generator 22 generates FM signal 22a from which a frequency changes the predetermined sweep period T, as shown in drawing 2 (b). FM signal 22a is supplied to a power distribution unit 23.

[0016] A power distribution unit 23 distributes FM signal 22a to sending-signal 23a and local oscillation signal 23b. Sending-signal 23a is supplied to a circulator 24. Local oscillation signal 23b is supplied

to the mixed section 25.

[0017] A circulator 24 supplies sending-signal 23a to the transceiver antenna 27 through the antenna-coupler-control section 26. Thereby, the radar signal (radar waves, radar beam) by which FM modulation was carried out is transmitted from the transceiver antenna 27. The input signal of the reflected wave which was reflected by the target and has returned to the transceiver antenna 27 is supplied to a circulator 24 through the antenna-coupler-control section 26. A circulator 24 separates an input signal and supplies separated input-signal 24a to the mixed section 25.

[0018] The mixed section 25 mixes input-signal 24a and local oscillation signal 23b, and outputs the signal of the frequency of the difference of the frequency of input-signal 24a, and the frequency of local oscillation signal 23b as beat signal 25a. Beat signal 25a is supplied to the signal-processing section 3.

[0019] The antenna-coupler-control section 26 is constituted using a rotary joint or a flexible waveguide.

[0020] What has predetermined beam width (what transmits the radar beam which has predetermined beam width) is used for the transceiver antenna 27. An example of the antenna gain (directivity) of the transceiver antenna 27 is shown in drawing 3. It is an example of the include-angle-gain property about a radar beam.

[0021] The antenna mechanical component 28 makes the transceiver antenna 27 rock by predetermined scan include-angle within the limits based on scan enabling-signal 21b supplied from a sweep / scan control section 21. An example of the scanning zone of a radar beam is shown in drawing 4.

[0022] The include-angle signal generator 29 detects the scanning direction of the transceiver antenna 27, and outputs include-angle signal 29a which shows the radiation direction based on [ of the transceiver antenna 27 ] beams. Include-angle signal 29a is supplied to the signal-processing section 3.

[0023] A sweep / scan control section 2 outputs scan enabling-signal 21b which makes the scan of an antenna disapproval until predetermined time D passes since the time of changing a frequency from the sweep which the frequency of FM signal 3a raises to the downed sweep, and the time of changing from the sweep downed in a frequency to the sweep which raises a frequency, as shown in drawing 2 (c). The time amount D which makes the scan of an antenna disapproval is set up according to the maximum detection distance of this radar installation. For example, when the maximum detection distance is made into 150 meters, it is set as time amount longer than 1 microsecond of time amount until it is reflected by

the target of 150-meter beyond and a transmission wave returns. Since the beat signal with which the period when the beat signal of the reflective signal (input signal) of the sweep which a frequency raises, and the sending signal of the sweep to which a frequency is downed occurs shows the relative distance to a target is not acquired, he is trying for the period when the beat signal which shows this relative distance is not acquired to stop the scan of an antenna.

[0024] The antenna mechanical component 28 shown in drawing 1 is equipped with a motor, a gear device, etc. Scan enabling-signal 21b makes the transceiver antenna 27 rock, while being supplied (condition of authorization), the antenna mechanical component 28 stops rocking of the transceiver antenna 27, while scan enabling-signal 21b is not supplied (condition of disapproval), and it holds the sense of the antenna at that time. You may make it rotate an antenna a predetermined include angle every in the time amount to which 1 time of a scan enabling signal is supplied.

[0025] In addition, whenever scan enabling-signal 21b is supplied, you may make it the antenna mechanical component 28 rotate the sense of an antenna a predetermined include angle every, whenever count supply of predetermined of the scan enabling-signal 21b is carried out. whenever [ for example, / to which scan enabling-signal 21b is supplied twice ] - - the sense of an antenna -- for example, it becomes detectable [ the object by the sweep of both a frequency rise sweep and a frequency down sweep ] to the same bearing by making it shift by a unit of 1 time. The sweep of both a frequency rise sweep and a frequency down sweep can be performed to the same bearing, and it can ask for the relative distance to a target, and the relative velocity of a target by measuring the frequency of a beat signal for every sweep.

[0026] Moreover, the period when the beat signal which shows the relative distance to a target as compared with the rotation rate (scan speed) of an antenna is not acquired is fully short, and when not producing the include-angle range where the include-angle range which cannot detect a target serves as a blind substantially very narrowly, the sweep timing of FM signal 22a may be made to rock an antenna independently (scan).

[0027] The signal-processing section 3 is equipped with the distance detecting element 31, the bearing operation part 32, the effective reflective cross-section operation part 33, and the target trace section 34. The signal-processing section 3 may equip with and constitute CPU, and ROM and RAM, and may equip with and constitute DSP (digital signal processor).

[0028] The distance detecting element 31 analyzes the frequency spectrum of beat signal 25a, and detects the relative distance from the frequency of beat signal 25a to a target (target). The distance detecting element 31 supplies the information on the detected relative distance to the target trace section 34.

[0029] The bearing operation part 32 considers the scan include angle of the antenna with which the signal level (level of a beat signal) of the frequency corresponding to the relative distance to the detected target became max as whenever [ azimuth / of a target ]. The bearing operation part 32 supplies the information on the level of the beat signal at the time of determining the information and bearing of bearing of the detected target to the target trace section 34.

[0030] The target trace section 34 matches and memorizes the detected time of day, the relative distance to a target, signal level, and bearing of a target while attaching a label to the detected target. If detection of a target is made by the next beam scan, the target trace section 34 will perform collating with the data of the already detected target. The target trace section 34 matches and memorizes the time of day detected by the label name given previously, the relative distance to a target, signal level, and bearing of a target, when it is judged as a result of collating that it is the same target.

[0031] The effective reflective cross-sectional-area operation part 33 calculates the effective reflective cross-sectional area of a target based on the data about the detection target memorized by the target trace section 34. The effective reflective cross-sectional-area operation part 33 asks for the received power of the reflective signal from the target received with the transceiver antenna 27 based on the level of the beat signal memorized by the target trace section 34. Each data of loss of the input signal in the mixed gain of the mixed section 25 and a circulator 24 and the loss in the antenna-coupler-control section 26 is beforehand registered into the internal memory etc. by the effective reflective cross-section operation part 33. Moreover, the antenna gain of the transceiver antenna 27 is registered into the internal memory etc. by the effective reflective cross-section operation part 33.

[0032] The effective reflective cross-section operation part 33 asks for the effective reflective cross section based on the radar equation shown in several 1.

[0033]

[Equation 1]

$$Pr[mW] = \frac{Pt[mW] \cdot G^2 [dB] \cdot \lambda^2 [m] \cdot \theta [dB \cdot m^2]}{(4\pi)^3 \cdot R^4 [m] \cdot F^2 [dB] \cdot L [dB]} \\ \times 16 \sin^4 \frac{2\pi \cdot h[m] \cdot ht[m]}{\lambda [m] \cdot R [m]}$$

[0034] In several 1 received power (unit MIRIWATTO) and Pt Pr Transmitted power (unit MIRIWATTO), Antenna gain (unit decibel) and lambda G Transmission wave length (unit meter), For the road clearance (unit meter) of a transceiver antenna, and ht, the road clearance (unit meter) of a target and R are [ theta / the effective reflective cross-sectional area (unit decibel and square meter) and h / a propagation loss (unit decibel) and L of the distance (unit meter) to a target and F ] the losses of circuit (unit decibel).

[0035] The transmitted power Pt of the FM-CW radar installation 1 is fixed. The transmitted power Pt is beforehand registered into the effective reflective cross-section operation part 33. The transmission wave length lambda is beforehand registered into the effective reflective cross-section operation part 33. The road clearance h of a transceiver antenna is beforehand registered into the effective reflective cross-section operation part 33. When the radome is prepared in the transceiver antenna 27, the loss value by the radome is beforehand registered as a propagation loss F. As the loss of circuit L, the predetermined value is registered beforehand.

[0036] When 2 sets of data with which detection distance differs about the same target in the target trace section 34 are memorized, the effective reflective cross-section operation part 33 creates two radar equations which substituted the received power in each distance and each distance, is solving these two radar equations as simultaneous equations, and asks for the effective reflective cross section theta of a target, and the road clearance ht of a target. At this time, antenna gain uses the gain value based on beams. The effective reflective cross-sectional area theta of a target and the road clearance ht of a target which were called for attach correspondence with the label of a target to the target trace section 34, and are memorized.

[0037] In addition, the effective reflective cross-section operation part 33 does not ask for each of the effective reflective cross section theta of a target, and the road clearance ht of a target, but you may make it ask for the effective reflective cross section theta, road clearance ht, and a product (theta-ht). In this case, 2 sets of data

with which detection distance differs about the same target are less necessary. Moreover, when 2 sets of data with which detection distance differs about the same target are not obtained, the effective reflective cross-sectional-area operation part 33 assumes the road clearance  $ht$  of a target to the average road clearance of the number plate of a passenger car, and you may make it ask for the effective reflective cross-sectional area  $\theta$  of a target.

[0038] When it recognizes that the bearing operation part 32 has a radar beam in the edge of a scanning zone based on include-angle signal 29a supplied from the include-angle signal generator 29 and the reflective signal from a target is received with the edge beam, with reference to the data of the target memorized by the target trace section 34, it judges whether it is the target by which the target received with the edge beam is already detected. When the target by which label attachment has already been carried out is received with the edge beam, the bearing operation part 32 is substituted for the radar equation having shown the received power received with the edge beam in several 1 with the effective reflective cross-sectional area  $\theta$  already called for and the height  $ht$  of a target, and searches for antenna gain. The bearing operation part 32 asks for bearing of a target from the antenna gain and the antenna gain pattern (refer to drawing 3 ) of an edge beam for which it asked.

[0039] The target trace section 34 outputs data, such as distance and bearing of the detected target, and relative velocity of a target, the migration direction of a target.

[0040] When for example, the car in front A exists inside the scanning zone shown in drawing 4 , the power (received power) of a reflective signal serves as max in the condition that the core of a radar beam is emitted towards the car in front A. The bearing operation part 32 detects the include angle from which the power (received power) of the reflective signal from the car in front A became max based on the level of beat signal 25a as bearing of the car in front A.

[0041] The effective reflective cross-section operation part 33 finds the effective reflective cross section  $\theta$  and the height  $ht$  of the car in front A based on the distance to the car in front A, and the power (received power) of a reflective signal. When the location of this car in front A becomes the outside of the edge beam of a scanning zone, the bearing operation part 32 searches for the antenna gain of an edge beam from the effective reflective cross-sectional area  $\theta$  and height  $ht$  of the received power in an edge beam, and the car in front A already called for. And it asks for bearing of the car in front A from the

antenna gain characteristics shown in the antenna gain searched for and drawing 3 . Therefore, even when the car in front A separates from a few on the outside of a scanning zone, bearing of the car in front A can be detected.

[0042] In addition, the level difference of the receiving level which calculates the receiving level at the time of catching the car in front A at the core of a beam, and was able to be calculated from the distance to the car in front A detected by the edge beam at the core of a beam based on the receiving level and distance when catching the car in front A, and actual receiving level is searched for, and you may make it ask for bearing of the car in front A from this level difference and the gain characteristics of an antenna pattern.

[0043] Drawing 5 is the block block diagram of the multi-beam type FM-CW radar installation concerning this invention. The multi-beam type FM-CW radar installation 11 concerning this invention comes to have the transceiver section 12 and the signal-processing section 13.

[0044] The transceiver section 12 is equipped with a sweep / scan control section 41, the FM signal generator 42, a power distribution unit 43, the send channel change section 44, the mixed section 45, the receiving channel change section 46, the circulators 47a-47i for a multiple channel, and the transceiver antennas 48a-48i for a multiple channel.

[0045] Drawing 6 is the explanatory view showing the radiation direction of a beam. Each transceiver antennas 48a-48i have the respectively same radiation pattern (beam pattern), and he is trying for adjoining radiation patterns to overlap partially, as shown in drawing 6 . In addition, drawing 6 shows the beam pattern of antenna 48a as Ba, and shows the beam pattern of antenna 48i as Bi.

[0046] A sweep / scan control section 41 generates transmit-frequencies assignment voltage signal (modulating signal) 41a from which a voltage waveform turns into a triangular wave form the predetermined sweep period T, as shown in drawing 2 (a). Transmit-frequencies assignment voltage signal 41a is supplied to the FM signal generator 42.

[0047] The FM signal generator 42 is equipped with the voltage controlled oscillator which generates the RF signal of a submillimeter wave band or a millimeter wave band. Based on transmit-frequencies assignment voltage signal (modulating signal) 41a, the FM signal generator 42 generates FM signal 42a from which a frequency changes the predetermined sweep period T, as shown in drawing 2 (b). FM signal 42a is supplied to a power distribution unit 43.

[0048] A power distribution unit 43 distributes FM signal 42a to

sending-signal 43a and local oscillation signal 43b. Sending-signal 43a is supplied to the send channel change section 44. Local oscillation signal 43b is supplied to the mixed section 45.

[0049] A sweep / scan control section 41 specifies a send channel by supplying send channel assignment signal 41T to the send channel change section 44. Antenna (transceiver antenna) 48n of the send channel specified through circulator 47n ( $n=a-i$ ) of the send channel as which sending-signal 43a distributed with the power distribution unit 43 was specified by this is supplied, and a radar beam is emitted. A sweep / scan control section 41 specifies a receiving channel by supplying receiving channel finger Sadanobu number 41R to the receiving channel change section 46. It dissociates by circulator 47n of the channel as which the signal received by antenna 48n of the specified receiving channel by this was specified, and the mixed section 45 is supplied through the receiving channel change section 46.

[0050] A sweep / scan control section 41 scans the beam direction of antenna 48a by specifying the same antenna transceiver mode (mono-static antenna mode) which transmits by antenna 48a and is received with the same antenna. Next, the middle direction of the beam direction of antenna 48a and the beam direction of antenna 48b is scanned by specifying the bistatic antenna mode received by antenna 48b which transmits and adjoins by antenna 48a. Next, the beam direction of antenna 48b is scanned by specifying the mode which transmits and receives by antenna 48b. Next, a beam direction is sequentially scanned by repeating successively specifying the mode received by antenna 48c which transmits and adjoins by antenna 48b.

[0051] The mixed section 45 mixes input-signal 46a and local oscillation signal 43b which are supplied from the receiving channel change section 46, and outputs the signal of the frequency of the difference of the frequency of input-signal 46a, and the frequency of local oscillation signal 43b as beat signal 45a. Beat signal 45a which is the output of the mixed section 45 is supplied to the signal-processing section 13. Send channel assignment signal 41T and receiving channel finger Sadanobu number 41R is also supplied to the signal-processing section 13.

[0052] The signal-processing section 13 is equipped with the distance detecting element 51, the bearing operation part 52, the effective reflective cross-section operation part 53, and the target trace section 54.

[0053] The distance detecting element 51 analyzes the frequency spectrum of beat signal 45a, and detects the relative distance from the frequency of a beat signal to a target (target). The distance detecting element 51

supplies the information on the detected relative distance to the target trace section 54.

[0054] The bearing operation part 52 recognizes the scanning direction of a radar beam based on send channel assignment signal 41T and receiving channel finger Sadanobu number 41R supplied from the transceiver section 12 side. The bearing operation part 52 stores temporarily the scanning direction (scan include angle) of the recognized radar beam, and the signal level of the frequency corresponding to the relative distance to the detected target. When the target is detected in two or more adjoining scanning directions (scan include angle), the bearing operation part 52 is carrying out weighting equalization processing of the level (signal level of the frequency corresponding to the distance to a target) of the beat signal in each scanning direction (scan include angle), and asks for bearing of the target which produced the reflected wave.

[0055] The bearing operation part 52 by the case where the reflective signal from a target is detected by the beam Ba of the both ends shown in drawing 6 , or beam Bb-Bh other than Bi When the reflective signal is detected only with one beam of them, in a row When the level detected with the beam of the neighbors to the level detected with one beam of them is very low level It is judged as that to which the core of a beam of having detected the reflective signal on high level is irradiating the target, and the receiving level at that time is supplied to the target trace section 54, and is made to memorize.

[0056] The target trace section 54 matches and memorizes the detected time of day, the relative distance to a target, signal level, and bearing of a target while attaching a label to the detected target. If detection of a target is made by the next beam scan, the target trace section 54 will perform collating with the data of the already detected target. The target trace section 54 matches and memorizes the time of day detected by the label name given previously, the relative distance to a target, signal level, and bearing of a target, when it is judged as the same target as a result of collating.

[0057] The effective reflective cross-sectional-area operation part 53 calculates the effective reflective cross-sectional area of a target based on the data about the detection target memorized by the target trace section 54. The effective reflective cross-sectional-area operation part 53 asks for the received power of the reflective signal from the target received by transceiver antenna 48n based on the level of the beat signal memorized by the target trace section 54. Each data of loss of the input signal in mixed gain [ of the mixed section 45 ]

and circulator 47n and the loss in the receiving channel change section 46 is beforehand registered into the effective reflective cross-section operation part 53. Moreover, transceiver antenna 48n antenna gain is registered into the effective reflective cross-section operation part 33. [0058] The effective reflective cross-section operation part 53 asks for the effective reflective cross section based on the radar equation shown in several 1. In addition, the transmitted power  $P_t$  of the FM-CW radar installation 11 is fixed, and the transmitted power  $P_t$  is beforehand registered into the effective reflective cross-section operation part 53. The road clearance  $h$  of the transmission wave length  $\lambda$  and a transceiver antenna is beforehand registered into the effective reflective cross-section operation part 33. When the radome is prepared in the transceiver antenna 27, the loss value by the radome is beforehand registered as a propagation loss  $F$ . As the loss of circuit  $L$ , the predetermined value is registered beforehand.

[0059] When 2 sets of data with which detection distance differs about the same target in the target trace section 54 are memorized, the effective reflective cross-section operation part 53 creates two radar equations which substituted the received power in each distance and each distance, is solving these two radar equations as simultaneous equations, and asks for the effective reflective cross section  $\theta$  of a target, and the road clearance  $h_t$  of a target. The effective reflective cross-sectional area  $\theta$  of a target and the road clearance  $h_t$  of a target which were called for attach correspondence with the label of a target to the target trace section 54, and are memorized.

[0060] In addition, the effective reflective cross-section operation part 53 does not ask for each of the effective reflective cross section  $\theta$  of a target, and the road clearance  $h_t$  of a target, but you may make it ask for the effective reflective cross section  $\theta$ , road clearance  $h_t$ , and a product ( $\theta \cdot h_t$ ). In this case, 2 sets of data with which detection distance differs about the same target are less necessary. Moreover, when 2 sets of data with which detection distance differs about the same target are not obtained, the effective reflective cross-sectional-area operation part 53 assumes the road clearance  $h_t$  of a target to the average road clearance of the number plate of a passenger car, and you may make it ask for the effective reflective cross-sectional area  $\theta$  of a target.

[0061] When there are no data in the condition that the core of a beam was irradiated by the target, the effective reflective cross-sectional-area operation part 53 searches for the antenna gain in the include angle which is equivalent to bearing of a target in the beam from which

the highest receiving level is obtained, and you may make it ask for the effective reflective cross-sectional area  $\theta$  of a target using the antenna gain searched for based on bearing of the target searched for by weighting equalization processing.

[0062] The bearing operation part 52 recognizes that a radar beam is an edge beam ( $B_a$  or  $B_i$ ) shown in drawing 6 based on send channel assignment signal 41T and receiving channel finger Sadanobu number 41R. And when the reflective signal from a target is received with the edge beam, with reference to the data of the target memorized by the target trace section 54, it judges whether it is the target by which the target received with the edge beam is already detected. When the target by which label attachment has already been carried out is received with the edge beam, the bearing operation part 52 is substituted for the radar equation having shown the received power received with the edge beam in several 1 with the effective reflective cross-sectional area  $\theta$  already called for and the height  $h_t$  of a target, and searches for antenna gain. And the bearing operation part 52 asks for bearing of a target from the antenna gain and the antenna gain pattern of an edge beam for which it asked.

[0063] The target trace section 34 outputs data, such as distance and bearing of the detected target, and relative velocity of a target, the migration direction of a target.

[0064] In addition, the radar installation concerning this invention is applicable also to a pulse type radar. a pulse type radar -- a case -- a distance detecting element -- a sending signal and an input signal -- the distance to a target is found based on time difference. Moreover, the radar installation concerning this invention is applicable also to the radar using light other than an electric wave etc.

[0065] Furthermore, when the effective reflector product  $\theta$  of the target used as the candidate for detection is already called for in the radar installation concerning this invention Search for the antenna gain of the direction which points to the target from the receiving level of the reflective signal from the target, and the relative distance to the detected target, and since it can ask for bearing of a target from the antenna gain searched for Even if it does not prepare so that the beams which adjoin many beams may overlap as shown in drawing 6, it can ask for bearing of the target located between beams by fewer beam arrangement of Beams  $B_a$ ,  $B_c$ ,  $B_e$ ,  $B_g$ , and  $B_i$  etc. with a sufficient precision, for example.

[0066] The signal-processing section 3 of drawing 1 may equip with and constitute a sweep / scan control section 21. The signal-processing

section 13 of drawing 5 may equip with and constitute a sweep / scan control section 41. Moreover, the above-mentioned operation gestalt is an example of this invention, and this invention is not limited to the above-mentioned operation gestalt.

[0067]

[Effect of the Invention] The radar installation applied to this invention as explained above When the target asked for the effective reflective cross-sectional area is located in the edge of a radar beam Since it had the bearing operation part which asks for bearing of a target based on the include-angle-gain property of the radar beam concerned, the relative distance to a target, and received signal level (for example, beat signal level) which were registered beforehand Even if it is the case where a target exists outside for a while rather than the scanning zone of a radar beam If the effective reflective cross-sectional area of the target is known, bearing of a target can be pinpointed from the antenna gain which searched for antenna gain and was searched for from the received signal level, and the include-angle-gain property of a radar beam registered beforehand. Therefore, even if it is the limited scanning zone, the range larger than the scanning zone can be covered, and bearing of a target can be detected.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

#### DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The simple block block diagram of the radar beam scan type FM-CW radar installation concerning this invention

[Drawing 2] The wave form chart of a transmit-frequencies assignment voltage signal, FM signal, and a scan enabling signal

[Drawing 3] The graph which shows the antenna gain (directivity) of a

transceiver antenna

[Drawing 4] The simple explanatory view showing an example of the scanning zone of a radar beam

[Drawing 5] The simple block diagram of the multi-beam type FM-CW radar installation concerning this invention

[Drawing 6] The simple explanatory view showing the radiation direction of the beam of the multi-beam type FM-CW radar installation shown in drawing 5

[Description of Notations]

1 11 [ -- 31 A transceiver antenna, 51 / -- 32 A distance detecting element, 52 / -- 33 Bearing operation part, 53 / -- 34 Effective reflective cross-section operation part, 54 / -- Target trace section. ]  
-- 2 A radar installation, 12 -- 3 The transceiver section, 13 -- The signal-processing section, 27, 48a-48i

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

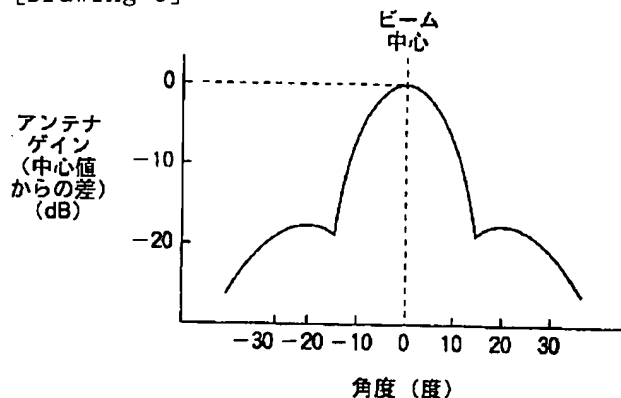
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

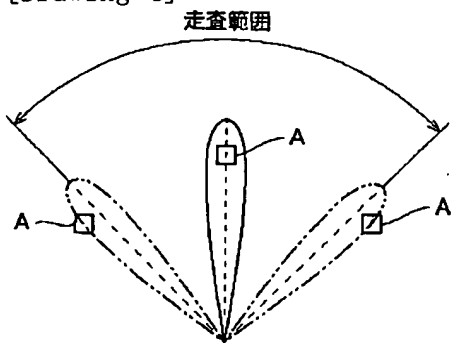
## DRAWINGS

---

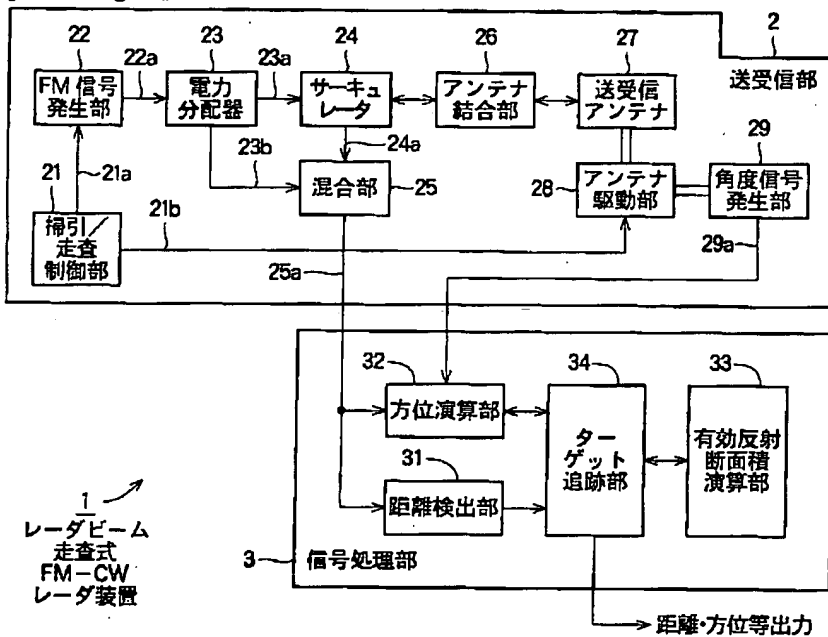
[Drawing 3]



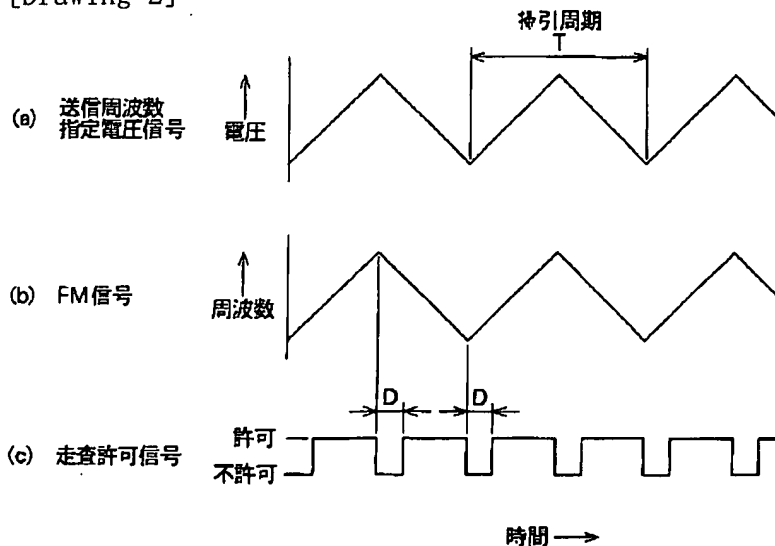
[Drawing 4]



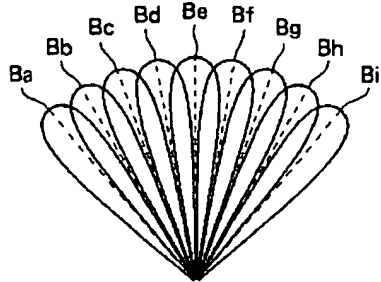
[Drawing 1]



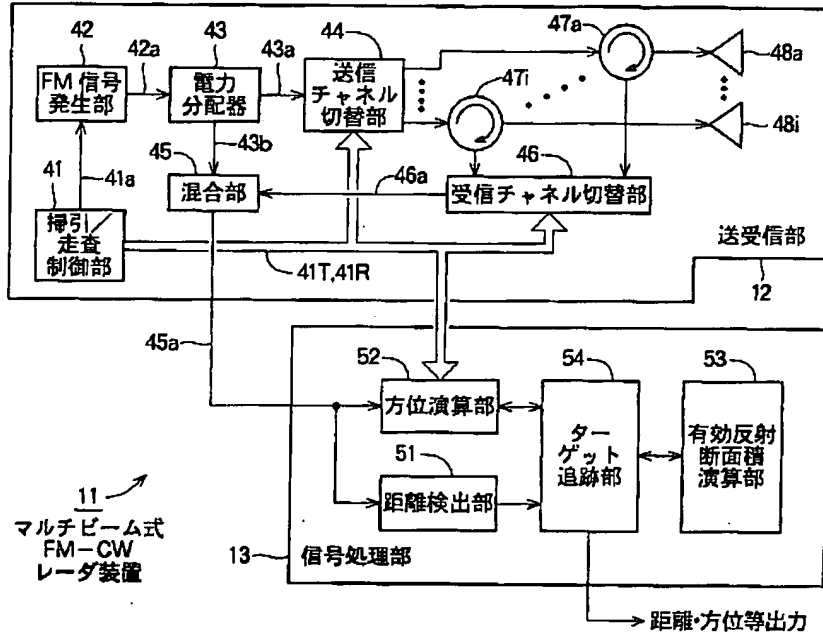
[Drawing 2]



[Drawing 6]



[Drawing 5]



[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**